

**(54) METHOD OF PROCESSING MATERIALS**

(57) The invention relates to processing of various materials and advantageously can be used for processing ores of mineral products at crushing. The method allows yield enhancement in respect with finished products and increase of exposed splices of ore and non-ore phases therein. The method comprises the steps of supplying microwave power from a generator through a transmitting waveguide to an irradiator 3 used to direct electromagnetic microwaves onto a material 4 in a standing wave mode, and heating said material up to a temperature not lower than 300 °C and not higher than a temperature at which the reduction-oxidation processes begin therein. Then, there is the step of cooling the material 4 down to a coolant temperature supplied by a feed system 6, and subjecting said materials to a mechanical load, for example, crushing in a mill 7. In doing so, matching of the cooling and crushing steps is possible. 3 Figs...

... It is an object of the invention to provide yield enhancement in respect with finished products and increase of exposed splices of ore and non-ore phases therein...

... The method of processing material comprises the step of irradiating with microwave power in a standing wave mode. This allows creation of internal equal-intensity microwave-heating sources positioned in the standing wave loops throughout the volume of the processed materials. At the same time, irradiation with microwaves results at the field maximums in increase of a temperature gradient (jump) and therefore mechanical stresses and strains at boundaries of the ore and non-ore phases. At a moment when said stresses accomplish an ultimate contact stress, micro-fractures and micro-cracks occur along the cleavage planes of phases...

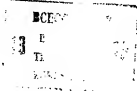
**CLAIM**

A method of processing materials, comprising multiple repetition of heating a materials followed by cooling thereof with a liquid coolant down to a temperature of the latter, and mechanical loading the material, characterized in that, in order to enhance yield of finished products and weakening a coupling of the ore and non-ore phases, the material is heated with electromagnetic microwaves in a standing wave mode up to a temperature not lower than 300 °C and not higher than a temperature at which the reduction-oxidation processes begin therein.



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

СССР 4 В 02 С 19/18



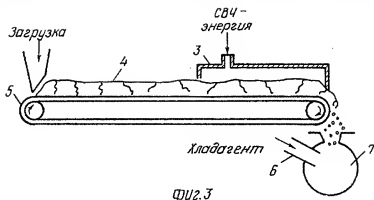
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3919316/29-33  
(22) 05.05.85  
(46) 30.07.87. Бюл. № 28  
(71) Институт геотехнической механики  
АН УССР  
(72) В. К. Коробской и В. В. Чельшких  
(53) 621.927.5(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1009510, кл. В 02 С 19/18, 1983.  
Патент США № 3797757, кл. 241—1,  
1974.

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ МАТЕРИА-

ЛОВ  
(57) Изобретение относится к обработке  
различных материалов и преимущественно  
может быть использовано для обработки  
руд полезных ископаемых при измельчении.

Способ позволяет повысить выход продук-  
тов готового класса и увеличить в нем про-  
центное содержание раскрытых сростков  
рудной и нерудной фаз. При этом от генера-  
тора посредством передающего волновода  
энергию СВЧ подводят к излучателю 3, с  
помощью которого электромагнитные волны  
СВЧ в режиме стоячих волн направляют  
на материал 4 и нагревают его до tempera-  
туры не ниже 300°C и не выше температуры  
начала в нем окислительно-восстановитель-  
ных процессов. Затем материал 4 охлаж-  
дают до температуры хладагента, подводи-  
мого системой подачи 6, и воздействуют  
механической нагрузкой, например измель-  
чают в мельнице 7. При этом операции ох-  
лаждения и измельчения можно совместить.  
3 ил.



Изобретение относится к способам обработки различных материалов, в частности горных пород, и может быть использовано при дроблении, измельчении или разделении твердых минеральных сред в черной и цветной металлургии, в промышленности строительных материалов, химической, фармацевтической и других отраслях народного хозяйства. Преимущественная область применения — для обработки руд полезных ископаемых при измельчении.

Цель изобретения — повышение выхода продуктов готового класса и увеличение в нем процентного содержания раскрытых сростков рудной и нерудной фаз.

На фиг. 1 представлена схема подвода энергии к обрабатываемому материалу, на фиг. 2 — схема осуществления способа обработки материалов, на фиг. 3 — вариант осуществления способа при совмещенных операциях охлаждения и механического погружения.

Способ обработки материалов осуществляется следующим образом.

От генератора 1 посредством передающего волновода 2 энергию СВЧ подводят к излучателю 3 (фиг. 1). Излучателем 3 электромагнитные волны СВЧ направляют в материал 4, размещенный на подложке или транспортирующем конвейере 5. После облучения электромагнитными волнами материал 4 воздействуют хладагентом, подаваемым системой 6 подачи (фиг. 2). Это может быть сжатый воздух, лед, вода или другое вещество, применение которого рентабельно в данной технологии. Материал 4 охлаждают до температуры хладагента и воздействуют механической нагрузкой, например измалывают в мельнице 7. При этом операции охлаждения и механического нагружения можно совмещать (фиг. 3).

Операции нагрева, охлаждения и механического нагружения циклично повторяют до наиболее полного достижения поставленной цели.

В результате облучения электромагнитными волнами СВЧ происходит объемный нагрев материала, например рудного сырья. Так как рудная и нерудная фазы материала имеют явно выраженные различия в электромагнитных свойствах (величины тангенса угла диэлектрических потерь, диэлектрическая и магнитная проницаемости), то интенсивность их нагрева СВЧ-энергией существенно различна. Рудная фаза (зерна ценного компонента) интенсивно поглощает СВЧ-энергию и нагревается до весьма высоких температур, в то время как нерудная фаза (пустая порода, включающая зерна ценного компонента) практически остается холодной. Нагретые зерна рудной фазы испытывают тепловое расширение в относительно холодной матричной оболочке. Это приводит к ослаблению сил сцепления по плоскостям

спайности рудной и нерудной фаз. Таким образом, проникающее излучение СВЧ позволяет подготовить к раскрытию фазовых сростков обрабатываемый материал.

В способе обработки материалов облучение СВЧ-энергией осуществляют в режиме стоячих волн. Это позволяет создать внутреннее излучение СВЧ-нагрева одинаковой интенсивности, расположенное в пучностях стоячей волны по всему объему обрабатываемого материала. При этом в максимумах поля СВЧ-облучения ведет к увеличению температурного градиента (скачка), следовательно, и механических напряжений и деформаций на границах рудной и нерудной фаз. В тот момент, когда они достигают предела контактной прочности, в структуре материала возникают микроразрывы и микротрещины по плоскостям спайности фаз. Материал разупрочняется; при этом происходит частичное или полное высвобождение (вышелушивание) зерен ценного компонента. В максимумах стоячей волны СВЧ-поле создает значительные микроразрушения по плоскостям срастания компонентов и существенно снижает прочностные характеристики материала. Между максимумами поля также возникают нарушения по плоскостям срастания фаз вследствие селективного воздействия СВЧ-энергии и в результате разных величин теплопроводностей слагающих компонентов. Следовательно, СВЧ-нагрев в режиме стоячих волн эффективно обеспечивает процессы ослабления прочности и раскрытия рудной и нерудной фаз по всему объему обрабатываемого материала.

СВЧ-обработку материала ведут до температуры нагрева не ниже 300°C, поскольку при меньшей температуре величина и количество микроразрушений по плоскостям срастания фаз резко снижается. Кроме того, для скальных пород (железные кварциты, граниты, габбро и т. д.) при 200—300°C прочность на 20—40% выше их прочности при естественной температуре. При температуре выше 300°C прочность их начинает снижаться. Поэтому при обработке горных пород в режиме стоячих волн температура в обрабатываемом объеме должна установиться не ниже 300°C. Происходящее при этом существенное снижение прочностных свойств материала ведет к повышению выхода готового класса.

Верхнюю границу температуры нагрева выбирают до начала окислительно-постановительных процессов, поскольку последние существенно изменяют физико-химические свойства и состав обрабатываемого материала, что отрицательно сказывается на его качестве.

В результате осуществления воздействия механической нагрузкой на значительно разупрочненный материал повышается выход продуктов готового класса  $-0,074 + 0,02$  мм.

При этом обработка электромагнитной энергией СВЧ в режиме стоячих волн дает повышение процентного содержания раскрытых сростков рудной и нерудной фаз.

*Пример.* Дробленую рудную массу облучали в электромагнитном поле СВЧ, охлаждали водой и измельчали в барабанной мельнице.

Обработке подвергались тонковкрапленные железистые кварциты ИнГОКа. Содержание, %: железа 32,3; силикатов 18; кварца 49,5. Источник электромагнитной энергии — СВЧ-генератор типа «Парус», длина волны 12,63, частота 2375 МГц, мощность в непрерывном режиме генерации до 3 кВт. Процесс измельчения проводился в лабораторной барабанной шаровой мельнице с размерами  $\phi D = 200 \times 300$  мм, шаровая загрузка 30%, скорость вращения барабана 60 об/мин, время измельчения 15 мин. Продукты измельчения подвергали сытовому и минералогическому анализам.

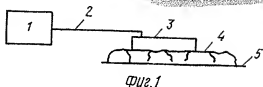
Дробления руда крупности 30—0 мм с содержанием готового класса 3%, весом 840 гр (6% заполнения мельницы) облучалась электромагнитными волнами СВЧ в течение 5 мин до температуры нагрева рудной массы 450—500°C. Режим стоячих волн создавался с помощью короткозамыкающего поршня (пластины). Затем руду обраба-

тывали водой до понижения температуры материала, равной температуре воды (25°C). После чего проводили мокрое измельчение в мельнице.

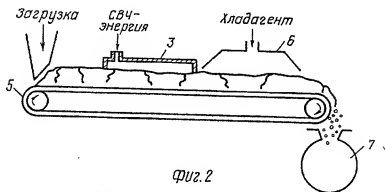
Предлагаемый способ позволяет по сравнению с известным увеличить производительность мельницы по классу — 0,074 + 0,05 мм в 1,3 раза, по классу — 0,05 + 0,02 в 1,2 раза. Увеличение раскрытых сростков рудной и нерудной фаз в продуктах готового класса позволяет существенно увеличить процентное содержание ценного компонента (например, железа) в концентрате.

#### Формула изобретения

Способ обработки материалов, включающий многократные нагрев с последующим охлаждением материала жидким хладагентом до температуры последнего и механическое нагружение материала, отличающийся тем, что, с целью повышения выхода продуктов готового класса и увеличения в нем процентного содержания раскрытых сростков рудной и нерудной фаз, нагрев материала осуществляют электромагнитными волнами СВЧ в режиме стоячих волн до температуры не ниже 300°C и не выше температуры начала в нем окислительно-восстановительных процессов.



Фиг. 1



Фиг. 2

Составитель В. Ревва  
 Редактор Н. Слободяник  
 Техред И. Верес  
 Тираж 572  
 Корректор Н. Король  
 Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 45  
 Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4